

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-338212

(43)Date of publication of application : 28.11.2003

(51)Int.Cl.

F21V 8/00
F21V 9/08
G02B 5/28
G02B 6/00
// G02F 1/13357
F21Y101:02

(21)Application number : 2002-146588

(71)Applicant : CITIZEN ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 21.05.2002

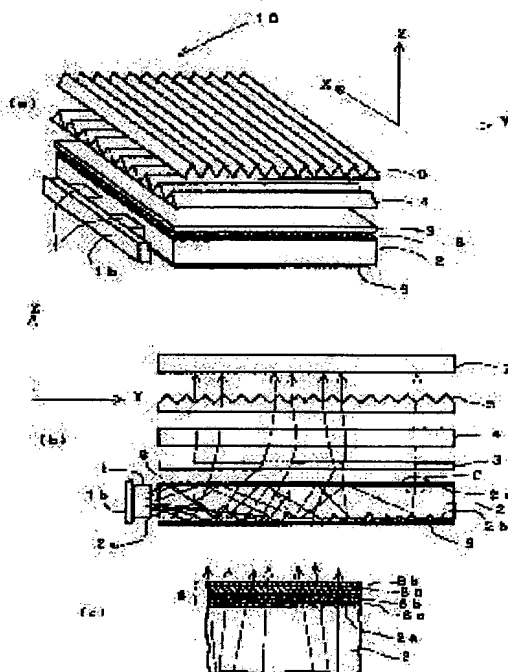
(72)Inventor : OKUWAKI DAISAKU

(54) BACK LIGHT UNIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve color variations of a white light emitting diode to make it match the color filter characteristics of a liquid crystal panel in a back light unit for color liquid crystal display.

SOLUTION: In the back light unit 10 for color liquid crystal display using a white light emitting diode 1 as a luminous source, an optical thin film 8 is formed on an optical path such as an upper surface of a light guide plate 2 of the unit to form an interference filter, whereby sharp wavelength filter characteristics can be obtained, thereby correcting the luminous chromaticity of the white light emitting diode 1 according to the color filter characteristics of a transmission type or semitransmission type liquid crystal panel 7.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-338212

(P2003-338212A)

(43) 公開日 平成15年11月28日 (2003. 11. 28)

(51) Int.Cl.⁷

F 2 1 V 8/00

識別記号

6 0 1

F I

F 2 1 V 8/00

テマコード(参考)

6 0 1 A 2 H 0 3 8

6 0 1 C 2 H 0 4 8

6 0 1 D 2 H 0 9 1

6 0 1 E

9/08

9/08

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2002-146588(P2002-146588)

(22) 出願日

平成14年5月21日(2002. 5. 21)

(71) 出願人 000131430

株式会社シチズン電子

山梨県富士吉田市上暮地1丁目23番1号

(72) 発明者 奥脇 大作

山梨県富士吉田市上暮地1丁目23番1号

株式会社シチズン電子内

(74) 代理人 100085280

弁理士 高宗 寛暁

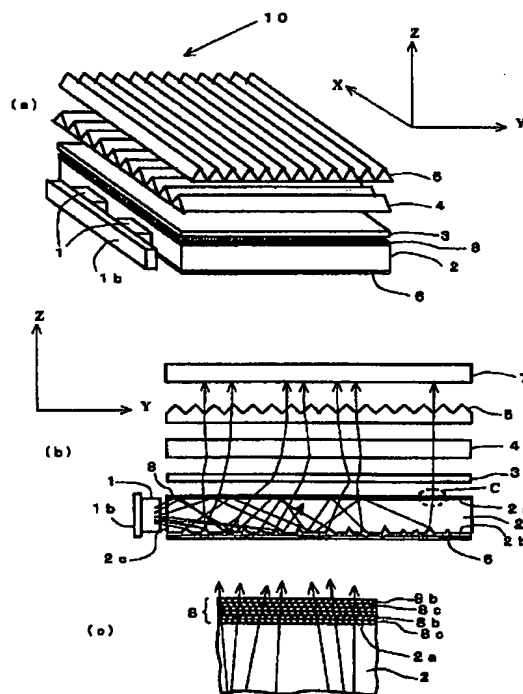
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バックライトユニット

(57) 【要約】

【課題】 カラー液晶表示用のバックライトユニットにおいて、発光源である白色発光ダイオードの色度のバラツキを液晶パネルのカラーフィルタ特性にマッチするように改善する。

【解決手段】 白色発光ダイオード1を発光源とするカラー液晶パネル用のバックライトユニット10において、その導光板2の上面2b等の光の経路に光学薄膜8を形成して干渉フィルタを構成することにより、シャープな波長フィルタ特性を得ることができ、これにより、白色発光ダイオード1の発光の色度を透過型又は半透過型の液晶パネル7のカラーフィルタ特性に合せて補正する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導光板の上下面もしくはいずれか片面に真空蒸着もしくはスパッタにより光学薄膜が形成され、この導光板により色度補正がなされることを特徴とするバックライトユニット。

【請求項 2】 導光板の入光側面に真空蒸着もしくはスパッタにより光学薄膜が形成され、この導光板により色度補正がなされることを特徴とするバックライトユニット。

【請求項 3】 前記光学薄膜は互いに屈折率の異なる膜を交互に積層して形成された複数の膜よりなる干渉フィルタであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のバックライトユニット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は例えば液晶パネルを背面より照射するバックライトに関し、特に色度補正機能を備えたバックライトに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ブック型のワードプロセッサやコンピュータ、又は携帯電話機、携帯TVのような小型、薄型の情報機器の表示装置として、薄型でしかも見易い照明機構を有する液晶表示装置が用いられている。このような液晶表示用の照明機構としてバックライトユニットが従来より知られている。ここで液晶表示用バックライトユニットとは、液晶パネルを背後から全面にわたり照射する面状の光源であり、蛍光ランプ、LED（発光ダイオード）等よりなる発光源と、その発光源の光束を液晶パネルに照射する面状の光束に変換する導光板等の光路変換手段を備えている。この中で、特に近年は、更なる小型、薄型化と長寿命化を目的として発光源としてLEDを用いたものが多く使用されるようになってきている。

【0003】 かかる面状光源により白色の照明光を出射させ、パネル等に対し白色の照明をしようとするときは、発光源として白色の蛍光ランプを用いるか、LEDの場合にはR、G、Bの3種類のLEDを同時点灯、又は時分割点灯して白色光を合成することが一般的であった。更に最近では、LEDの場合、単独で白色に近い光を発光する白色LEDが開発され、利用できるようになってきた。このような白色LEDを用いることにより、小型で簡単な構成で白色照明を目的とする液晶表示用バックライトを形成することが可能となった。図15はこのようなLEDの発光源を持ち、カラー液晶パネルの白色照明を目的とした従来の液晶表示用バックライトユニットの一例の主要部を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は(a)におけるA-A断面図である。

【0004】 図15において、110はバックライトユニットであり、導光板101と発光源としてLED102を有している。導光板101は無色透明なプラスチック

材等の透光部材よりなる板状で略直方体形状をしており、その一方の主面を光出射面101aとし、該光出射面101aと対向する面には、発光源からの光を前記光出射面101aに向けて反射させるための手段として、その表面に複数の微小なシボ又は複数個の半球状ドット等を有する光拡散面101bが形成されている。LED102はLED基板103に支持されて導光板101の入光側面101cに対向する位置に配設され、図示しない駆動回路より所定の電流が供給されて、後述するような白色を目的とした光を発光、出射する。

【0005】 図16(a)は白色発光を目的とするLED102の内部構造を示す図である。図16(b)はLED102の発光部の詳細を示す図である。図において、102aは青色を発光する発光ダイオード素子、102bは発光ダイオード素子102aを保持する端子A、102cは他方の端子B、である。発光ダイオード素子102aのn電極102anおよびp電極102apはそれぞれボンディングワイヤー102dにより、端子A(102b)及び端子B(102c)に接続されている。端子A(102b)の凹部内には発光ダイオード素子102aを被うようにしてYAG蛍光体yを混入、分散した樹脂層よりなる蛍光体層102fが充填されている。102gは透光性を有する封止部材であり、端子A(102b)及び端子B(102c)の突出部を除き上記の部材全体を封止し、保護する。このようなLED102において、発光ダイオード素子102aが青色発光をすると、その青色発光の一部がYAG蛍光体yに吸収されて黄緑色の励起光を発する。これにより、蛍光体層102fの上面からは、蛍光体層102fを透過した青色光とYAG蛍光体yで励起された励起光(蛍光)である黄緑色の光が混ざり合っ出射し、封止部材102fを透過してLED102の外部に出射する。かかるLED102の発光の色度は、青色と黄緑色の光の強度の比率により変化するが、これらの比率を適切に設定すれば、理論的には真の白色又はその近傍において、所望の色度を得ることができる。(しかし、実際には、不可避な製造条件のバラツキにより、発光ダイオード素子102aの青色発光の強度が変動し、YAG蛍光体yの濃度(又は成分)のバラツキにより黄緑色の励起光の強度はかなり変動するので、これらの加法混色によるLED102の発光の色度を所望の範囲に入れることは容易ではない。)

【0006】 図15に示すように、LED102からの出射光は導光板101に入り、大部分の光は上面である光出射面101aで全反射、下面である光拡散面101bでは全反射又は乱反射を1回又は複数回行った後に上面である光出射面101aより照明光105として外部に出射する。外部に出射した照明光105は(b)に示すように図示しないカラーフィルタを有する透過型もしくは半透過型の液晶パネル(又は液晶表示板)107を

背後から照明する。なお、前記照明する面内の輝度の均一性を確保するために上記下面 101b 内のシボの粗さを調整したり、半球状ドットの形状、密度を場所により変えたりする。

【0007】次に図 17 は白色を目的とした LED の発光源を持ち、パネルのカラー表示用の白色照明を目的とした従来の液晶表示用バックライトユニットの他の構成を示す図であり、(a) は斜視図、(b) は断面図である。図 17 において、120 はバックライトユニットであり、102 は白色発光ダイオード（又は白色 LED）、101 は導光板、103 は拡散板、104 は Py プリズムシート、105 は Px プリズムシート、106 は反射板、107 はカラー表示用の透過型もしくは半透過型の液晶表示板であり、図示しないカラーフィルタを有している。白色発光ダイオード 102 は LED 基板 102b に保持されて導光板 101 の側面 101c に対向する位置に配置され、導光板 101 の上方には拡散板 103、Py プリズムシート 104、Px プリズムシート 105 が順次重ねて配置される。反射シート 106 は導光板 101 の下面 101b に対向、近接して配置される。白色発光ダイオード 102 の発光は導光板 101 の側面 101c から入射し、導光板 101 の上面 101a と下面 101b の間で反射を繰り返しながらその内部を伝播し、その間に平滑な上面 101a から（上方に）出射する。下面 101b は細かな凹凸を有する乱反射面となっており、光を種々の方向に拡散できるようになっている。反射板 106 は乱反射面である下面 2b から外部に出ようとする光を反射させて内部に戻し、光の利用効率を上げる作用をなす。

【0008】導光板 101 の上面 101a からの出射光は拡散板 103 に達し、ここで光の方向が中程度の範囲に絞られる。更に、Py プリズムシート 104 により y 方向の角度が絞られ、Px プリズムシート 105 により x 方向の角度が絞られ、最終的には出射光を略 z 方向に揃える。この z 方向に揃った光線が液晶表示板 107 に入射することにより液晶を透過する光の状態を理想的なものとし、鮮明で SN の高い表示を可能とする。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】このようにして、図 15、図 17 にそれぞれに示して説明した小型・薄型のバックライトユニット 110 及び 120 により、共にカラー LCD 用白色照明を目的とした液晶パネルの照明がなされる。しかしながら、上記のバックライトユニット 110、120 等の従来の液晶表示用の照明手段においては、以下に述べるような問題点がある。即ち、上記のような透過型もしくは半透過型の液晶パネルは、カラー表示のために、その内部に図示しないカラーフィルタを有しているが、カラーフィルタの特性が各メーカーごとに異なっている。一方、液晶パネルの表示する画像の色度

はカラーフィルタの特性（透過率の波長特性）と照明光の色度即ち発光源である白色 LED（102）の色度に依存して定まる。例えば、R、G、B の各カラーフィルタの特性のバランスが完全にとれている場合には、白色 LED の色度が完全に白色であれば、カラー信号が白色のときは、液晶パネルの表示色は白色となる。

【0010】しかし、R、G、B の各カラーフィルタの特性の透過バランスが R、G は透過率が高い方向に傾いているときは、白色 LED の色度が完全に白色であっても、液晶パネルの表示色は黄緑がかった色となり、所望の白色の表示色は得られない。この場合、所望の白色の表示色を得るには、白色 LED の色度を完全な白色とせず、R、G、よりも B が勝った青みがかった白色すなわち、カラーフィルタと補色関係にある色度とすることが必要である。このことは、白色を表示する場合に限らず、カラー信号により指定された種々の色度の色を忠実に表示しようとする場合にも成立つことである。よって、液晶パネルのメーカーはカラーフィルタの特性のバラツキにあわせて、この特性を補償できる色度の白色 LED を色度のランクを指定してランク別に要求するようになってきた。

【0011】図 19 は前記白色 LED 102 の発光の色度を示す CIE 色度図である。ここで、x は R の割合を、y は G の割合を示す。そして、図には示していないが、z を B の割合としたとき、常に $x + y + z = 1$

の関係があるとしている。ここで、c0 は R、G、B の成分比が 1 : 1 : 1 である白色の点を示し、この場合、座標は略 $x = 0.33$ 、 $y = 0.33$ 、 $(z = 0.33)$ となっている。ここで、b1 は指定されたランク b1 の色度の範囲を示し、b2 は指定されたランク b2 の色度の範囲を示す。ところが、かかる指定された領域 b1、b2 内に色度を入れることを目的に LED を製造しても実際の製品の色度はすでに説明したような製造上の不可避な理由により、ばらつき、上記ランク b1、b2 を大きくはみ出でた領域 S 内にばらついてしまう。図 19 において、c12 および c13 は上記ランク b1、b2 から外れた白色 LED の色度を示す。

【0012】ここで、図 18 は前記の c12、c13、c0 の色度に対応する発光のスペクトル示す図である。ここで、H12、H13、H0 はそれぞれ、前記色度点 c12、c13、c0 に対応するスペクトルを示す。これらの、スペクトル図において、横軸は波長を示し、625 nm の前後が R の領域、560 nm 前後が G の領域、450 nm の近傍が B の領域である。縦軸はスペクトルの相対強度を示す。図 18 (a) に示すスペクトル H12 は、R、G、B の比率が 0.28 : 0.25 : 0.47 となり、かなり B の成分が他の成分よりかなり大となっている。（参考までにスペクトル H0 の場合は R、G、B の比率が 0.33 : 0.33 : 0.33 とな

っている。) スペクトルH12は白色LED102を構成する青色発光ダイオード素子の輝度に対してYAG蛍光体の濃度が少な過ぎる場合に対応し図19の色度図の領域b1、b2よりも更に青みがかった色度となる。図18(b)に示すスペクトルH13は、R、G、Bの比率が0.37:0.33:0.3となりR、Gの成分がBの成分より大となっている。この場合は、前記の発光ダイオード素子の輝度とのバランスでYAG蛍光体の濃度が大きすぎる場合に対応し、領域b1、b2よりも黄緑がかった色度となる。このように、白色LED102を製造する際にその構成要素の不可避なバラツキにより、その発光の色度が指定されたランク(b1、b2)に入らない場合を生ずる。

【0013】白色LEDの発光の色度が指定されたランクのいずれにも入らない場合は、その白色LEDは無駄となってしまう。又、発光の色度が指定されたランク

(b1、b2)に入るものについても、ランクb1に入る白色LEDとランクb2に入る白色LEDの個数の比率がマッチングする液晶パネルの個数の比率と一致しない場合は、結果的に無駄を生ずる。例えば、ランクb1の白色LEDを必要とする液晶パネルが50個、ランクb2の白色LEDを必要とする液晶パネルが50個あるとき、200個の白色LEDの中にランクb1に入るものが50個、ランクb2に入るものが100個、ランクb1にも、ランクb2にも入らないものが50個あったとすると、無駄になるのはランク外の50個だけではなく、ランクb2に入るものの内50個はあまってしまっ

て使われないので、結果的に無駄となる。この場合、実際に使用できる白色LED100個を得るために白色LEDを200個入手する必要がある、結果的に100個が無駄となる。このように、カラー表示を目的とした液晶パネルの照明手段であるバックライト又はフロントライトの照明光の色度は従来は白色LEDの色度そのものであるため、液晶パネルのカラーフィルタの特性にマッチするようにユーザーから指定された色度のランクを狙って白色LEDを生産したとしても、ランクからは外れて、バックライト又はフロントライトに使用できないものが多数生じ、不良品又は在庫が増える結果となる。更に最近

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するた

めにその第1の手段として本発明は、バックライトユニットにおいて、導光板の上下面もしくはいずれか片面に真空蒸着もしくはスパッタにより光学薄膜が形成され、この導光板により色度補正がなされることを特徴とする。

【0016】上記の課題を解決するためにその第2の手段として本発明は、バックライトユニットにおいて、導光板の入光側面に真空蒸着もしくはスパッタにより光学薄膜が形成され、この導光板により色度補正がなされることを特徴とする。

【0017】上記の課題を解決するためにその第3の手段として本発明は、前記第1の手段又は第2の手段において前記光学薄膜は互いに屈折率の異なる膜を交互に積層して形成された複数の膜よりなる干渉フィルタであることを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に、図面に基づいて本発明の第1実施形態につき図面を用いて説明する。図1は本発明の第1実施形態に係る色度補正機能を有するバックライトユニット10の構成を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は断面図である。(c)は(b)に示すC部の拡大図である。図1において、1は白色発光ダイオード(又は白色LED)、2は導光板、3は拡散板、8は導光板2の上面2aに形成された光学薄膜である。前記光学薄膜8は、図1(c)に示すように、光の波長程度の厚さで互いに屈折率の異なる光学薄膜層8bと8cを交互に積層して形成され、干渉フィルタを構成している。4はPyプリズムシート、5はPxプリズムシート、6は反射板、7はカラー表示用の透過型もしくは半透過型の液晶表示板であり、図示しないカラーフィルタを有している。白色発光ダイオード1は保持基板1bに保持されて導光板2の側面2cに対向する位置に配置され、導光板1の上方には拡散板3、Pyプリズムシート4、Pxプリズムシート5が順次重ねて配置される。反射板(又は反射シート)6は導光板2の下面2bに対向、近接して配置される。白色発光ダイオード1の発光は導光板2の入光側面2cから入射し、導光板2の上面2aと下面2bの間で反射を繰り返しながらその内部を伝播し、その間に平滑な上面2aから上方に出射する。下面2bは細かな凹凸を有する乱反射面となっており、光を種々の方向に拡散できるようになっている。反射板6は乱反射面である下面2bから外部に出ようとする光を反射させて内部に戻し、光の利用効率を上げる作用をなす。

【0019】ここで、導光板2の上面2aからの出射光は上面2aの表面に形成された前記光学薄膜8を経て拡散板3に向け出射する。このようなルートにより拡散板3に達した光は、ここで光の方向が中程度の範囲に絞こまれる。更に、Pyプリズムシート4によりy方向の角度が絞こまれ、Pxプリズムシート5によりx方向

の角度が絞りこまれ、最終的には出射光を略 z 方向に揃える。この z 方向に揃った光線が液晶表示板7に入射することにより液晶を透過する光の状態を理想的なものとし、鮮明でSNの高い表示を可能とする。

【0020】本第1実施の形態の特徴とするところは、すでに述べたように、導光板2の上面2aに光学薄膜8が形成されているところであり、この光学薄膜8の存在により白色発光ダイオード1からの光の色度補正がなされる。以下にこの色度補正の原理につき説明する。図2は干渉フィルタの原理を示す図である。図2において、12は透明基板、8は1層の光学薄膜よりなる干渉フィルタである。透明基板12および光学薄膜8の屈折率をそれぞれ n_1 、 n とし、 $n_1=1.5$ 、 $n=1.4$ 、空*

$$y = A \sin 2\pi \left((t/T) - (x/\lambda) \right) \cdots (1)$$

で表される。ここで、 x は光の進行方向の座標、 λ は光の空気中の波長、 t は時間、 T は周期、 A は振幅である。(ここで、(1)式で示される点線の波形は、実線で示される $y = -A \sin 2\pi (x/\lambda)$ の波形が時間 t の経過により進行した状態を示す。)

ここで、光の位相 ϕ は

$$\phi = 2\pi \left((t/T) - (x/\lambda) \right) \cdots (2)$$

であり、この位相 ϕ により、光の瞬間的な強さ y が決まる。すなわち(1)式は

$$y = A \sin \phi \cdots (3)$$

$$y_1 = A_1 \sin \phi_1 \quad y_2 = A_2 \sin \phi_2 = A_2 \sin (\phi_1 - \Delta \phi) \cdots (4)$$

となる。ここで(2)式を用いて ϕ_1 、 ϕ_2 を表せば

$$\phi_1 = 2\pi \left((t/T) - (x/\lambda) \right)$$

$$\phi_2 = 2\pi \left((t/T) - (x/\lambda) - (2nd/\lambda) \right)$$

となり、反射光 s_1f と反射光 s_1g の位相差 $\Delta \phi$ は $\Delta \phi = \phi_1 - \phi_2 = 2\pi (2nd/\lambda) \cdots (5)$

となり、これは実質的光路差 $2nd$ による分である。ここで、図3(c)に示すように、 $2nd = \lambda/2$ であるときは(5)式より、位相差 $\Delta \phi$ は $\Delta \phi = \pi$ となり、反射光 s_1f と s_1g は逆位相となる。この場合は★

$$y = y_1 + y_2 = A (\sin \phi_1 + \sin (\phi_1 - \Delta \phi)) = 2A \sin ((2\phi_1 - \Delta \phi)/2) \cdot \cos (\Delta \phi/2) \cdots (6)$$

“ここで、(6)式については

$$\sin A + \sin B = 2 \sin ((A+B)/2) \cdot \cos ((A-B)/2)$$

の公式を利用した。“(6)式において $\sin (2\phi_1 - \Delta \phi)/2$ の成分については、 ϕ_1 が、上記のように $\phi_1 = 2\pi ((t/T) - (x/\lambda))$ であ

$$y_0 = 2A |\cos (\Delta \phi/2)| = 2A |\cos 2\pi (nd/\lambda)| \cdots (7)$$

ここで、(7)式を用いて、位相差 $\Delta \phi$ と合成された反射光(図2の s_1)の振幅 y_0 関係を求めた結果を図4(a)に示す。これによれば $\Delta \phi$ が π の奇数倍のとき、最小値ゼロとなり、 π の整数倍のときに最大値 $2A$ とな

* 気の屈折率を1.0とする。光学薄膜の厚みを d とする。図2(a)に示すように、空気中から光学薄膜8に入射する入射光 s の一部は反射され反射光 s_1 となり、残りは透過し透過光 s_2 となる。反射光 s_1 についてみると、空気と薄膜8の境界で反射される光 s_1f と薄膜8と透明基板12との境界で反射される光 s_1g とが合成されてなり、どちらの境界においても、光の方向に対し屈折率が増加する界面であるので、それぞれに位相が π だけずれるので、反射光 s_1f と反射光 s_2g の位相差は、反射による影響はなく、実効的光路差 $2nd$ による位相のズレだけを考慮すればよい。

【0021】ここで、図3は光の波形を示す図である。光の波動は一般に、図3(a)の点線の波形のように

※となる。(2)式に示す ϕ のうち $2\pi (t/T)$ は時間に依存する成分であり、 $2\pi (x/\lambda)$ は原点からの進行距離 x すなわち光路長に依存する成分である。

【0022】今、図2に示す反射光 s_1f と s_1g の波形 y_1 、 y_2 をそれぞれの位相 ϕ_1 、 ϕ_2 を用いて

(3)式により表すと、

$$y_1 = A_1 \sin \phi_1 \quad y_2 = A_2 \sin \phi_2$$

となる。ここで、 y_2 は y_1 に対し光路差の分だけ位相がずれるので、その位相差を $\Delta \phi$ とすれば、図3(b)に示すように

★図2(b)に対応し、合成された反射光 s_1 は最小となり、逆に透過光 s_2 は最大となる。一方、図3(d)に示すように、 $2nd = \lambda$ であるときは(5)式より、位相差 $\Delta \phi$ は $\Delta \phi = 2\pi$ となり、反射光 s_1f と s_1g 同位相となる。この場合は図2(c)に対応し、合成された反射光 s_1 は最大となり、逆に透過光 s_2 は最小となる。

【0023】ここで、ここで、合成された反射光 $y = y_1 + y_2$ と $\Delta \phi$ の一般的な関係を求めるために、 $A_1 = A_2$ と仮定して(4)を用いると、

☆り、 t と x に依存して変動するので、 $\sin ((2\phi_1 - \Delta \phi)/2)$ の値は1と-1の間で変動する。一方、 $\cos (\Delta \phi/2)$ の成分は変動しない値である $\Delta \phi = 2\pi (2nd/\lambda)$ によりきまってしまう。よって、 y の振幅 y_0 は(6)式及び(5)式より

るが、変化曲線の勾配は最大値付近では緩やかであり、最小値付近では最も急峻となる。次に図4(b)は位相差 $\Delta \phi$ と透過光(図2の s_2)の強さの関係を示す図である。ここで縦軸は、透過光の最大値を1としたときの

透過率 η を示す。透過率 η は、図4(a)の場合とは逆に、 $\Delta\phi$ が π の奇数倍のとき最値1(η_{max})となり、 π の整数倍のときに最小値(η_{min})となり、変化曲線の勾配は最大値付近では最も急峻であり、最小値付近では緩やかとなる。これは、入射光 s が一定であれば、反射光と透過光の合計は一定であり、反射光 s_1 と透過光 s_2 の関係は、反射光 s_1 が減少すれば透過光 s_2 が増大し、反射光 s_1 が増大すれば透過光 s_2 が減少するという逆の関係にあるからである。

【0024】前記の透過光(s_2)の透過率 η と波長 λ の関係を図4(c)に示す。ここで実線の曲線①は

(5)式の関係すなわち $\lambda = 4\pi nd / \Delta\phi$ を用いて $\Delta\phi$ に対応する λ を横軸にとり、図4(b)に示す透過光 s_2 の透過率 η を縦軸に対応させて示したものである。ここで横軸の λ が増大するほどこれに反比例して $\Delta\phi$ は減少して行く。 λ が nd から $4nd$ に増加して行くとその間に $\Delta\phi$ は 4π から π に減少し、 η は 4π (nd)と 2π ($2nd$)において最小となり 3π ($1.33nd$)と π で最大となり増減を繰り返す。しかし λ が $4nd$ 以上となると、 $\Delta\phi$ は π 以下となり、 λ を増加させるに従って η は最小値(η_{min1})に向かって単調に減少し、もはや最大値は生じない。(よって、 $4nd$ 以上の高波長側の波長成分を完全にカットする帯域フィルタに適している。)この性質を利用すれば、入射光のうち所望の波長の成分を透過させ又は、所望の波長の成分の透過を阻止することができる。例えば、透過する波長 λ を黄緑色の波長として $\lambda = 5.6 \times 10^{-7}$ を選択し、図4(c)の実線①に示すように η が最大値となる波長 $\lambda = 4nd$ より d を求めれば

$$d = \lambda / 4n = 5.6 \times 10^{-7} / 4 \times 1.4 = 1 \times 10^{-7} \text{ となる。} d \text{ をこの値に設定すれば、} \lambda = 4nd \text{ である波長 } 5.6 \times 10^{-7} \text{ の透過率 } \eta \text{ は最大値1となる(点Y)。次にこの} d \text{ において、青色の波長 } 4.5 \times 10^{-7} \text{ は略 } 3.2nd \text{ に相当し、その波長における透過率 } \eta \text{ は最小値 } \eta_{min1} \text{ に近く(点B)、黄緑色の透過率1よりも低下する。このようにして、図2に示す1層の光学薄膜8による干渉フィルタによっても原理的には色度補正ができる。}$$

【0025】しかし、一般に入射光 s のうち、反射光 s_1 となる比率は低く、反射光 s_1 が最大となり透過光 s_2 が最小となった場合でも、入射光 s の大部分は透過して透過光 s_2 となるので、透過率が最低値 η_{min1} の場合でもこれはゼロに近い値ではなく、例えば0.9(90%)を超える等むしろ1に近い値である。よって、実際に使用する干渉フィルタは後述するように複数の光学薄膜を積層した構造とし、フィルタ効果を加重し、所望の波長において透過率の低下が十分になされるよう図られている。

【0026】所望の遮断特性を得ようとすれば、一般には、図5に示すような、積層構造の光学薄膜8よりなる

干渉フィルタを用いる必要がある。図において8bは屈折率 n_b の光学薄膜層であり、8cは屈折率 n_c の光学薄膜層であり、 $n_c > n_b$ の関係がある。光学薄膜層8bと8cは交互に積層されている。ここで、光学薄膜層8bおよび8cの厚みをそれぞれ d_b 、 d_c としたとき、光の波長 λ に対し原則として

$$d_b = \lambda / 4n_b \text{ で } d_c = \lambda / 4n_c$$

の関係にあるとき、この波長 λ の成分を透過し、これより外れた波長の成分の透過を阻止する。その阻止の程度は図4(c)の点線②、点線③に示すように、積層の段数を重ねるほど効果が掛け合わされて、透過率の下降のカーブは急峻となってフィルタ効果が強まって行く。

(透過率 η の最小値は η_{min1} から η_{min2} 、 η_{min3} へと順次低下して行く。)このようにして、所望のフィルタ特性に近づけることができる。なお、積層の段数が増えるに従って、光学薄膜層間の反射が複雑となるので、膜厚の条件は上記のものからは外れたものとなるが、この点を考慮して各膜厚を適切に設定すれば、目的を達成することができる。なお本第1実施形態において実際に用いる光学薄膜8は図1(c)の拡大図に示すように、透光性のプラスチックよりなる導光板2の上面に上記の薄膜層8bと8cが積層されて形成され、光学薄膜8に対する光の方向は図5の説明図とは逆に、透明基板である導光板2から入射して光学薄膜8を通過して空気中に出射するので、逆方向となるが、光の逆行の原理により、原理説明と同様のフィルタ効果を得ることができる。なお、本第1実施形態において実際に用いられる光学薄膜8の透過特性については後に詳述する。

【0027】次に、干渉フィルタとしての光学薄膜の形成方法につき説明する。その1つの方法は通常の真空蒸着法又はスパッタリングにより、 TiO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 などの無機材料をガラス基板等に付着堆積させる方法である。但しこの方法は、膜厚は薄膜材料の加熱量によってきまるので干渉フィルタが多層構造となっている場合には、個々の膜厚を精密に制御して形成する上で不利な面もある。この点を改善するため、他の1つの方法として、高周波イオンプレーティング法により、プラズマを用いて、無機材料と有機材料を複合化させることにより、光学薄膜を形成する方法が知られており、本発明において、この技術を利用することができる。すなわち、薄膜材料において新に有機材料である C_2H_4 、 Al_2O_3 、ヘキサメチルジシロキサンなどを無機材料に加え、高周波イオンプレーティング法により、無機材料と有機材料を複合化させて、所望の薄膜を形成するものである。

【0028】具体的には図6に示すように、真空チャンパー内に無機材料蒸発部とガス化した有機材料導入のための有機材料導入部、プラズマ発生のため的高周波電圧印加部、成膜される透明基板を設ける。無機材料を加熱等により蒸発させ、有機材料は、チャンパー外部よりガ

スとして導入され、プラズマ雰囲気中でプラズマのエネルギーにより、有機物と無機物の化学的に活発なイオン分子を発生させて、無機・有機複合薄膜を透明基板上に生成する。この技術によれば、①成膜時における薄膜材料、ガスの種類、及びプラズマ出力など、制御要素が多く、これらを個別に調整することで、膜厚および膜構成を正確に制御できる。②無機材料と有機材料を任意に組み合わせることで複合化することによって適切な屈折率を得ることができる。③低温（常温）でも成膜できるところから、プラスチックへ成膜も可能である。④高周波イオンプレーティング法により、薄膜が緻密で欠陥の少ない構造となり、強度が向上する。このようにして、本発明において、図1(c)に示すような積層構造で所望のフィルタ特性を有する干渉フィルタを形成することができる。

【0029】以下に、本第1実施形態における光学薄膜8の色度補正の作用を説明する。ここで、白色発光ダイオード1の発光スペクトルの一例を図7(a)スペクトルH12に示す。又、このスペクトルH12に対応する色度を図10の色度図のc12に示す。（なお、本実施形態においては、白色発光ダイオード1を2個用いているが、スペクトルH12は2個の平均的なスペクトルである。）図10に示す色度図の色度点c12は、指定された色度ランクb1、b2よりも左下方に外れており、スペクトルH12のR、G、Bの比率は略R : G : B = *

$$R_h : G_h : B_h = R \times R_f : G \times G_f : B \times B_f \dots (8)$$

となる。(8)式に前記の数値を代入すれば、

$$R_h : G_h : B_h = 0.28 \times 0.89 : 0.25 \times 1 : 0.47 \times 0.705 \\ = 0.3 : 0.3 : 0.4$$

となる。

【0031】図7(a)に示すスペクトルH2は光学薄膜8を通過後の色度補正された光線のスペクトルであり、そのR、G、Bの比率は0.3 : 0.3 : 0.4となっている。このスペクトルH2の光線の色度は図10の点c2となっており、ランクb2の領域に入っている。このようにして所定のランクb2に入るように色度補正された光線が光学薄膜8から出射し、すでに述べた経路を経て照明光として液晶表示板7に入射する。この際、照明光は液晶表示板7のカラーフィルタの特性にマ※

$$R_h : G_h : B_h = 0.28 \times 0.86 : 0.25 \times 1 : 0.47 \times 0.56 \\ = 0.32 : 0.33 : 0.35$$

となる。この場合の色度補正後の光線のスペクトルを図8(a)のH1に示す。このスペクトルH1の光線の色度は図10の点c1となっており、色度ランクb1の領域に入っている。このようにして、所定の色度ランクから外れた色度c12の発光をなす白色発光ダイオード1の発光の色度を光学薄膜8よりなる干渉フィルタを用いて所定の色度ランクb1又はb2に入るように色度補正をすることができる。

【0033】以下に、本第1実施形態において、白色発

* 0.28 : 0.25 : 0.47 となっており、図7

(a)に示すように450nmをピークとする青色光の強度が、560nmを中心とする黄緑色の光の強度に比べてかなり大となっている。このため白色発光ダイオード1の発光色は、かなり青みがかった白色となっている。

【0030】次に、図7(b)に示すスペクトルF12は前記光学薄膜8の透過率の波長特性を示すものであり、波長略560nmの部分にピークを有し、そのR、G、Bの比率はRf : Gf : Bf = 0.89 : 1 : 0.705となっている。かかる波長特性はすでに説明した原理により、図1(c)に示す光学薄膜8の光学薄膜層8b、8cの厚み及び積層数を適切に設定することにより得ることができる（光学薄膜層8b、8cの厚みにより、ピーク波長が決まり、その前後の波長における下降のカーブの傾斜は積層数により決まる。）。白色発光ダイオード1の発光光線が、上記したように導光板2内を経てその上面2aに形成された光学薄膜8を通過する際に白色発光ダイオード1の発光は光学薄膜8のフィルタ作用により、そのスペクトル比が変化する。ここで、白色発光ダイオード1のスペクトル比R1 : G1 : B1は、スペクトル比Rf : Gf : Bfの光学薄膜のフィルタ作用により、減法混色の原理により補正され、補正後の光のスペクトル比Rh : Gh : Bhは

30※ ッチした色度となっており、液晶表示板7は忠実な（色度の再現性に優れた）カラー表示を行うことができる。

【0032】次に、図8(b)に示すスペクトルF11は前記光学薄膜8の他の一例の透過率の波長特性を示すものであり、G（波長560nm）の部分にピークを有し、そのR、G、Bの比率はRf : Gf : Bf = 0.86 : 1 : 0.56となっている。この場合、図8(a)に示す白色発光ダイオード1の発光スペクトルH12に対する色度補正後の光線のスペクトルのR、G、Bの比率は(8)式を用いて、

光ダイオード1の発光の色度が、図10に示す色度点c13にある場合について説明する。図10に示すように色度点c13は所定の色度ランクb1、b2から外れている。図9(a)に示すスペクトルH13は色度点c13に対応する白色発光ダイオード1の発光のスペクトルであり、R、G、Bの比率はR1 : G1 : B1 = 0.37 : 0.33 : 0.3となり、青色の成分が黄緑色の成分よりも不足している。一方これに対応する光学薄膜8の透過率のスペクトルF13は図9(b)に示すよう

に、青色のB（波長450nm）の部分にピークを有し、そのR、G、Bの比率は $Rf : Gf : Bf = 0.6 : 0.68 : 1$ となっている。白色発光ダイオード*

$$Rh : Gh : Bh = 0.37 \times 0.58 : 0.33 \times 0.68 : 0.3 \times 1 \\ = 0.3 : 0.3 : 0.4$$

となる。この補正後のスペクトルは図9（a）のH2に示される。そのスペクトルH2の光の色度点は図10に示すc2となり、ランクb2に入る。以上に説明したように本第1実施形態によれば、導光板に設けた光学薄膜による干渉フィルタの作用により、所望の透過波長の前後において急峻なカット特性を示し特に高波長側においては通過帯域を残すことなく完全なカットできるため、色素を用いた吸収型のカラーフィルタよりもカット特性に優れたカラーフィルタの利用が可能となる。よって、優れた色度補正が可能となる。

【0034】以下に本発明の第2実施形態に係るバックライトユニットにつき図面を用いて説明する。図11は、そのバックライトユニット20の構成を示す図であり、（a）は全体の構成を示す断面図、（b）は（a）におけるD部を示す拡大図である。図11に示すように、導光板2の下面2bに光学薄膜8が形成されている。白色発光ダイオード1からの光s11が、導光板2の内部から、下面2bを経て薄膜8を通して反射板6に達するまでに薄膜8のフィルタ作用により、色度補正がなされ、その色度補正がなされた光が反射板（全反射板）6で反射されて反射光s12として再度、薄膜8を通して導光板2内部に入射する。この入射の際も薄膜8のフィルタ作用を受ける。このように2回にわたり光学薄膜8のフィルタ作用を受けることになるので、実効的なフィルタ特性は光学薄膜8のフィルタ作用が重ね合わされたような効果となる。このようにして光学薄膜8を経て色度補正をされた光と、光学薄膜8を経ることなしに色度補正をされない光が混じりあって導光板2の上面2aから拡散板3に向かって照明光として出射する。よってこの出射光は全体としては色度補正がなされた結果となる。

【0035】以下に本発明の第3実施形態につき図面を用いて説明する。図12は、そのバックライトユニット30の構成を示す図である。図12に示すように、本第3実施形態においては、導光板2の上面2aおよび下面2bに共に光学薄膜8が形成されている。ここで、白色発光ダイオード1から導光板2に入った光のうちで導光板2の下面2bから下側に出ることなく、下面2bからの反射等により上面2aに達した光線は光学薄膜8を1回だけ通って上方に出射し、拡散板3に向かう。一方、導光板2の下面2bから下側に出た光線（s11）はすでに図11（b）を用いて説明したように、光学薄膜8—反射板6—光学薄膜8のルートを経て導光板2の内部に入り、更に上面2aに形成された光学薄膜8を通して上方に出射し、拡散板3に向かう。すなわち、前記の光

* 1の前記の発光スペクトルH13に対する色度補正後の光線のスペクトルのR、G、Bの比率は（8）式を用いて、

$$Rh : Gh : Bh = 0.37 \times 0.58 : 0.33 \times 0.68 : 0.3 \times 1 \\ = 0.3 : 0.3 : 0.4$$

学薄膜8を1回だけ通過する光とは光学薄膜8を3回通過する光が共に拡散板3に向かって出射する。この結果、出射光全体については、図1に示したような上面2aにのみ光学薄膜8を設けた場合に比較し、フィルタ効果が加重された結果となり、よりシャープな色度補正が可能となる。本第3実施形態は、白色発光ダイオードのカラーバランスが大きくくずれている場合にこれを色度補正するのに適している。

【0036】以下に本発明の第4実施形態につき図面を用いて説明する。図13は本第4実施形態に係るバックライトユニット40の構成を示す図であり、（a）は全体の断面図、（b）は導光板2と白色発光ダイオード1を示す上面図である。図13に示すように導光板2の平面形状は矩形をなし、その4つの側面のうち白色発光ダイオード1に対向する側面が入光側面2cとなっている。そして、この入光側面2cに光学薄膜8が形成されている。白色発光ダイオード1の発光は直接に光学薄膜8に入射しここを通過する際に、図1に示す第1実施例で説明したのと同様の原理により、色度補正をされて導光板2に入り、以後はすでに説明したのと基本的には同様にして、導光板2を出射して、拡散板3、Pyプリズムシート4、Pxプリズムシート5を経て液晶表示板7に所望の色度に補正された照明光として入射する。

【0037】次に、上記の第4実施形態の一変形例につき、図面を用いて説明する。図14（a）は本変形例の導光板2と白色発光ダイオード1を示す上面図である。図14（a）に示すように、導光板2の平面形状は全体としては略矩形をなしているが、1の側面にはコの字型の切り込み2kが2ヶ所に設けられ、その切り込み2kの内面が入光側面となっている。入光側面の表面には光学薄膜8が形成されている。切り込み2kの内部で、光学薄膜8に対向する位置に、白色発光ダイオード1が配置されている。このような構造により、白色発光ダイオード1から出射する各方向の発光を効率よく光学薄膜8を通して導光板2に入射させることができ、照明光の明るさを上げることができる。又、発光ダイオード1が導光板2のスペース内に配置されるので、装置の平面的なスペースが節約でき小型化に有利である。なお、色度補正の作用原理および効果は図13に示したバックライトユニット40と基本的には同様である。

【0038】次に、上記の第4実施形態（図13）の他の1つの変形例につき、図面を用いて説明する。図14（b）は本変形例の導光板2と白色発光ダイオード1を示す上面図である。導光板2の平面形状は、略矩形であるが、その1のコーナー部に斜めに面取りされた側面2

g を有し、この側面 2 g が入光側面となっている。入光側面 2 g の表面には光学薄膜 8 が形成されている。光学薄膜 8 に対向する位置に 1 個の白色発光ダイオード 1 が配置されている。他の構造は図 13 に示すバックライトユニットと同様である。白色発光ダイオード 1 の発光は光学薄膜 8 を通過して色度補正された光が透過光 s 2 としてコーナー部から導光板 2 内に入るがここから、導光板 2 の上面と下面の間の反射を繰り返しながら、導光板 2 の全範囲に伝播して広がり、その間に上面から出射光を発する。この場合、白色発光ダイオード 1 は 1 個であるが、導光板 2 からは比較的均一な出射光を得ることができるので、白色発光ダイオードの個数を節約することができる。又白色発光ダイオード 1 は、導光板 2 の面取りしたコーナー部に近接した配置されるので、装置の平面的なスペースが節約でき小型化に有利である。なお、色度補正の作用原理および効果は図 13 に示したバックライトユニット 40 と基本的には同様である。

【0039】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明によれば、白色発光ダイオードを発光源とするカラー液晶パネル用のバックライトユニットにおいて、その導光板の上面、下面又は入光側面等の光の経路に光学薄膜を形成して干渉フィルタを構成することにより、シャープな波長フィルタ特性を得ることができ、これにより、白色発光ダイオードの発光の色度のバラツキを補正して、所望の色度のランクに入れることができる。これにより、バックライトユニットの照明光の色度をカラー液晶パネルの特性にマッチした色度とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のバックライトユニットの第 1 実施形態の構成を示す図である。

【図 2】本発明に使用する光学薄膜による干渉フィルタの原理的構成を示す図である。

【図 3】図 2 に示す干渉フィルタにおける反射光の波形を示す図である。

【図 4】図 2 に示す干渉フィルタのフィルタ特性を示す図である。

【図 5】複数の光学薄膜層よりなる干渉フィルタの構成を示す図である。

【図 6】本発明に使用する光学薄膜の製造方法の一例を示す図である。

【図 7】図 1 に示すバックライトユニットにおける干渉フィルタの波長特性および色度補正の効果を示すスペクトル図の一例を示す図である。

【図 8】図 1 に示すバックライトユニットにおける干渉フィルタの波長特性および色度補正の効果を示すスペクトル図の他の例を示す図である。

【図 9】図 1 に示すバックライトユニットにおける干渉フィルタの波長特性および色度補正の効果を示すスペクトル図の更なる他の一例を示す図である。

【図 10】図 1 に示すバックライトユニットにおける白色発光ダイオードの発光の色度および色度補正後の照明光の色度を示す色度図である。

【図 11】本発明のバックライトユニットの第 2 実施形態の構成を示す図である。

【図 12】本発明のバックライトユニットの第 3 実施形態の構成を示す図である。

【図 13】本発明のバックライトユニットの第 4 実施形態の構成を示す図である。

【図 14】図 13 に示すバックライトユニットの変形例の導光板と白色発光ダイオードを示す図である。

【図 15】従来のバックライトユニットの一例を示す図である。

【図 16】白色発光ダイオードの構成を示す図である。

【図 17】従来のバックライトユニットの他の例を示す図である。

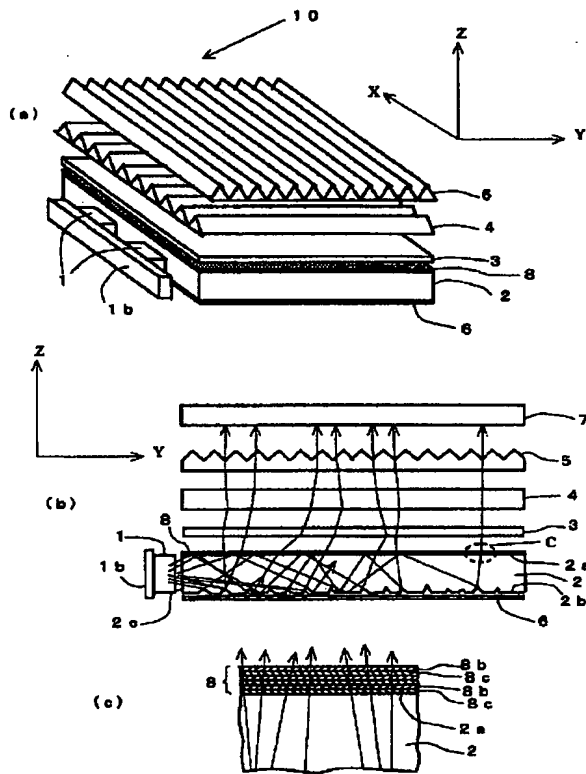
【図 18】白色発光ダイオードの発光の波長スペクトルを示す図である。

【図 19】白色発光ダイオードの発光の色度を示す図である。

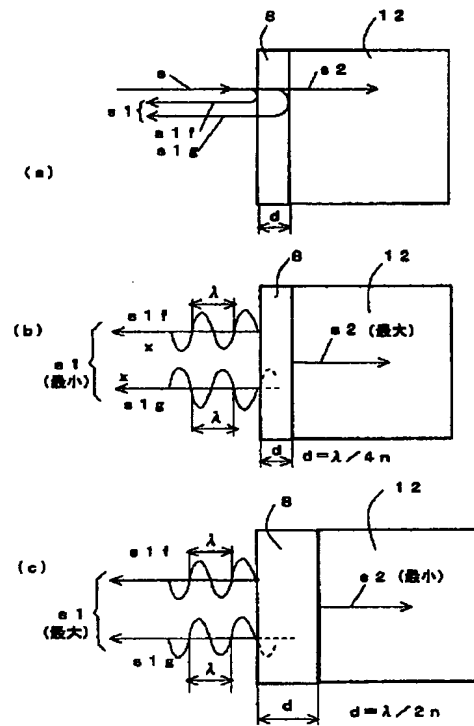
【符号の説明】

- 1 白色発光ダイオード
- 2 導光板
- 3 拡散板
- 4 Pyプリズムシート
- 5 Pxプリズムシート
- 6 反射板
- 7 液晶表示板
- 8 光学薄膜
- 8 b、8 c 光学薄膜層
- 10、20、30、40 バックライトユニット
- 12 透明基板

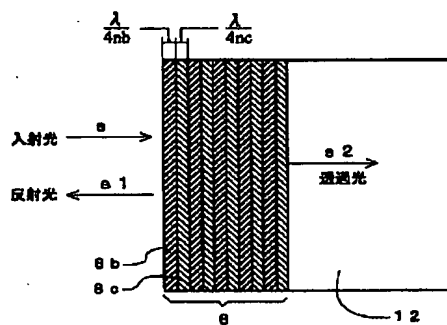
【図1】



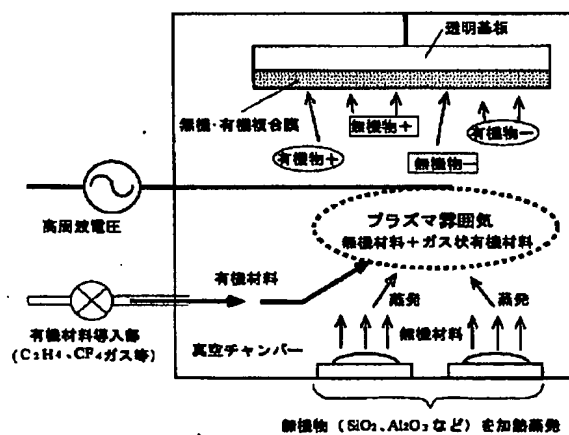
【図2】



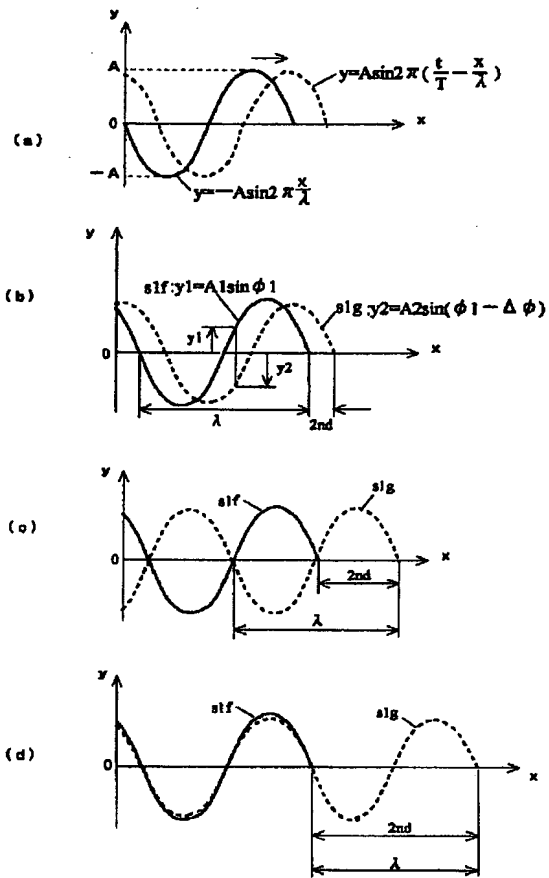
【図5】



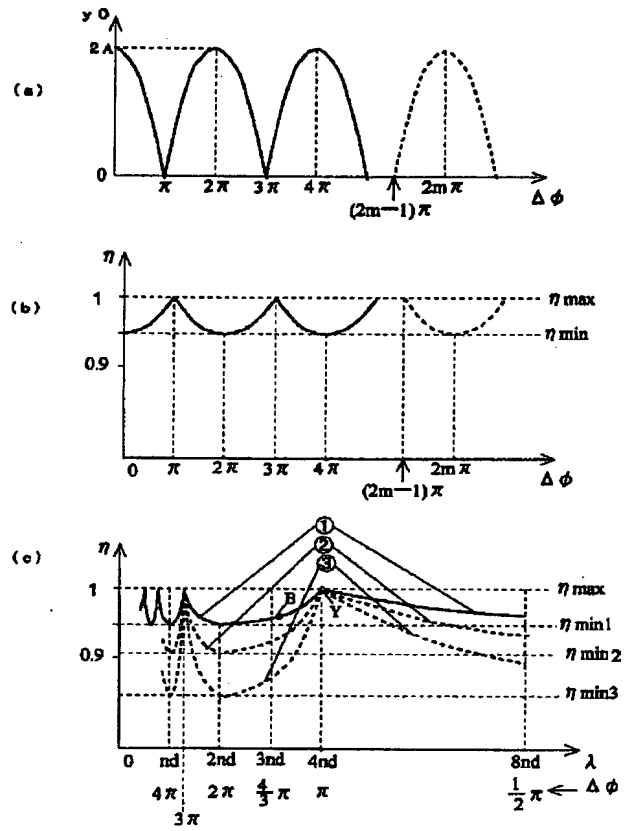
【図6】



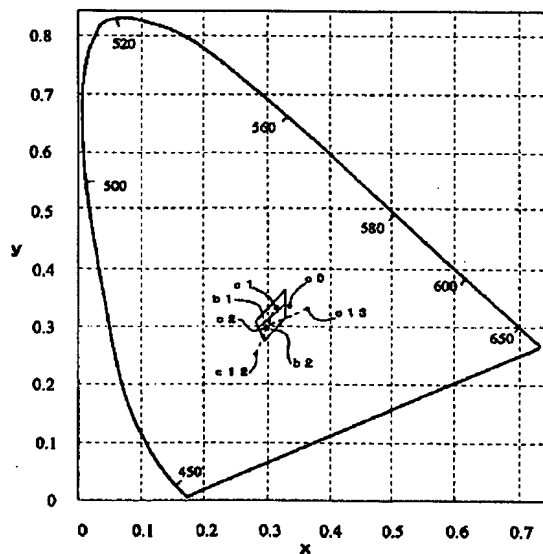
【図 3】



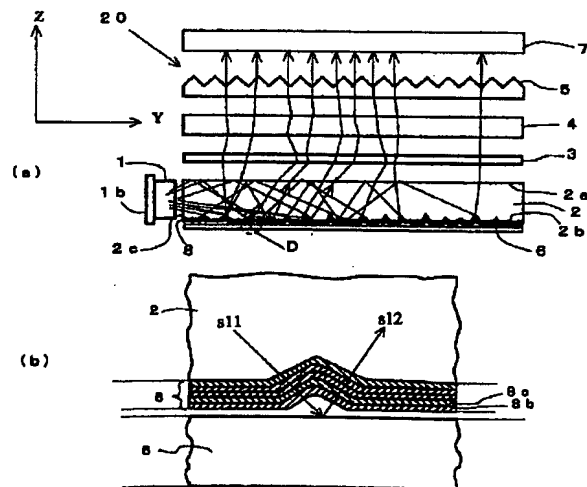
【図 4】



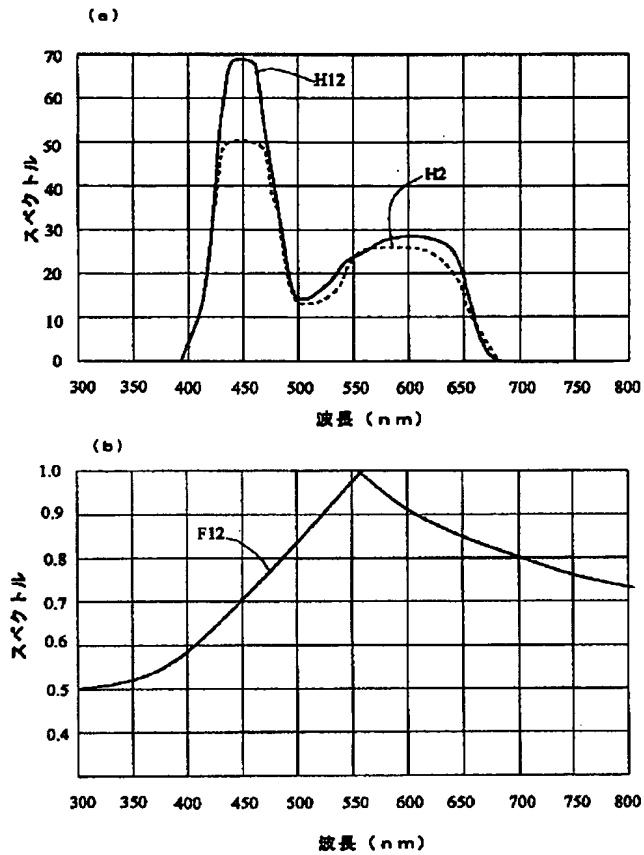
【図 10】



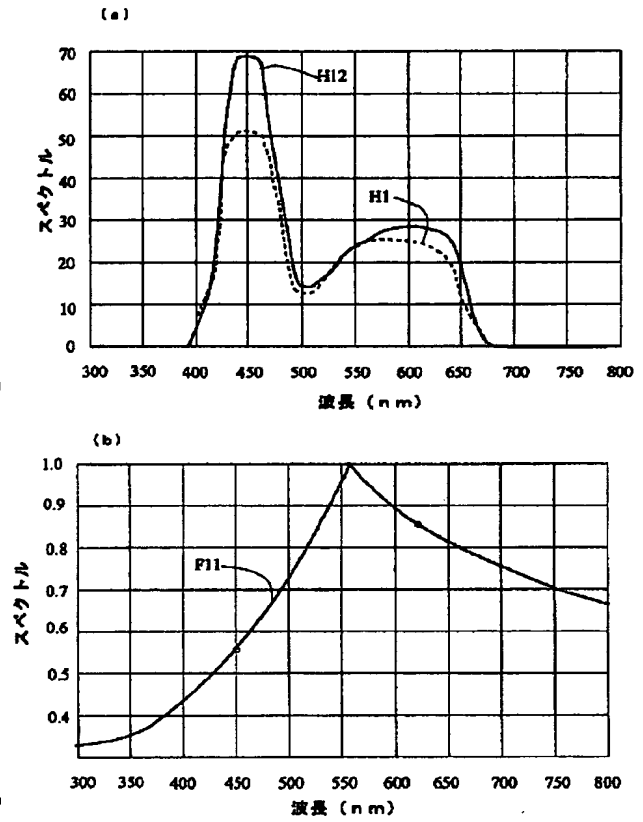
【図 11】



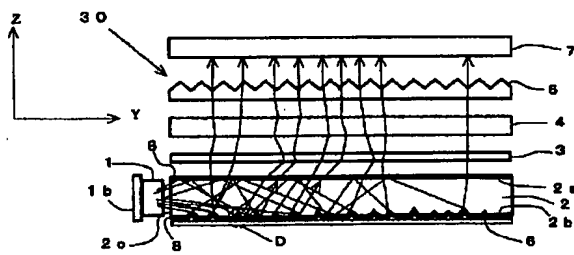
【図7】



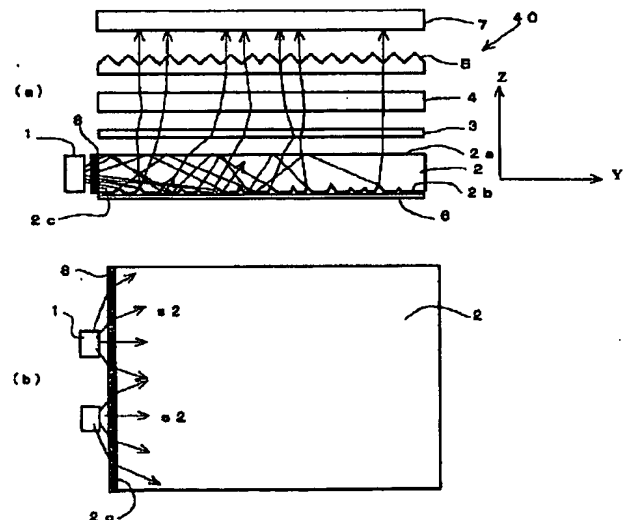
【図8】



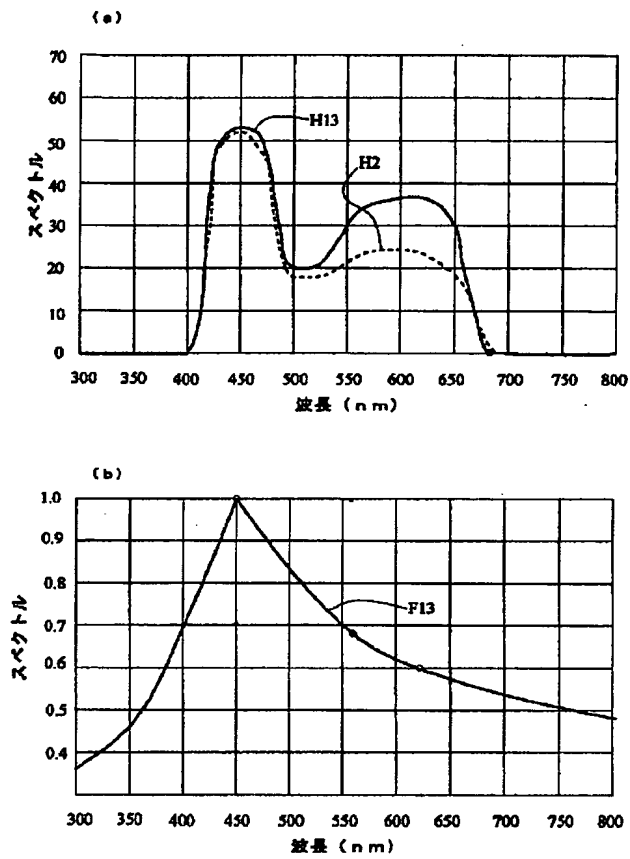
【図12】



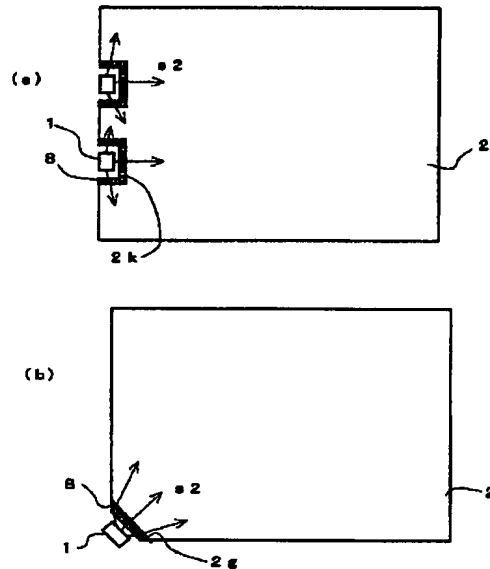
【図13】



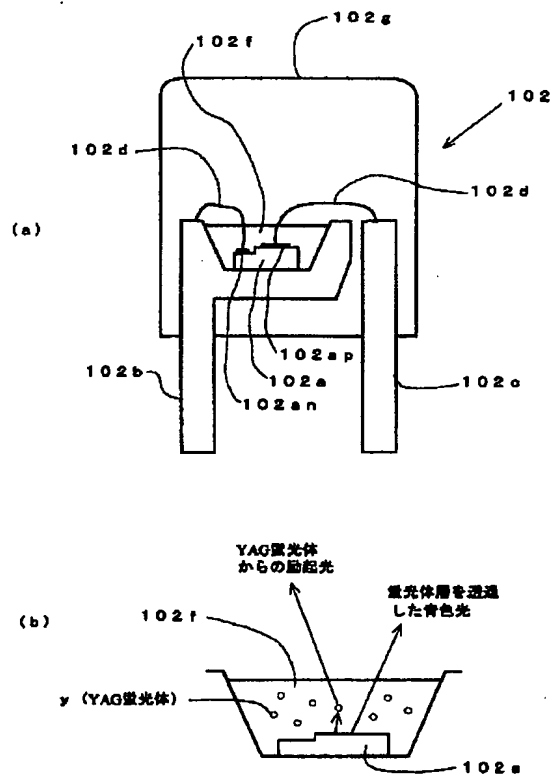
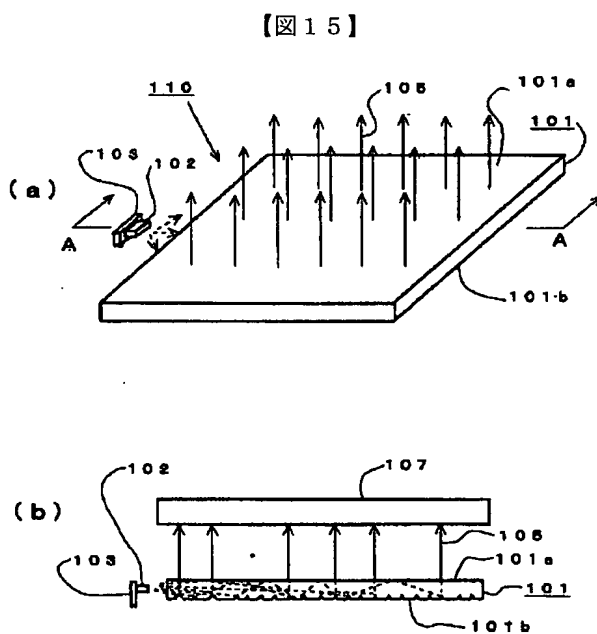
【図9】



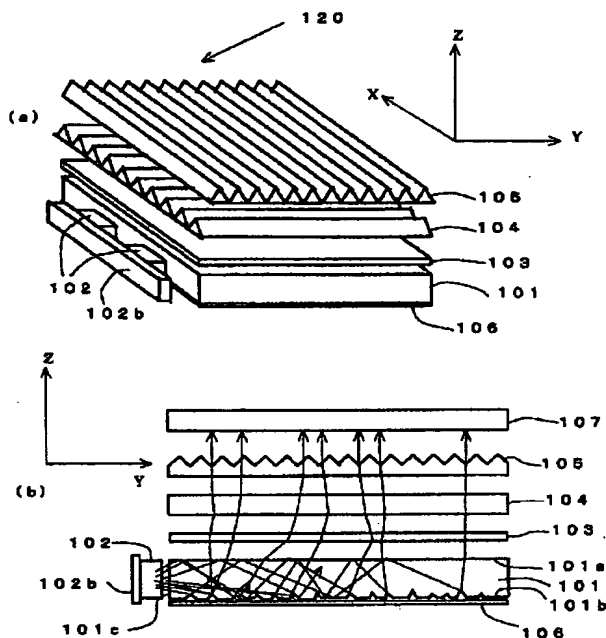
【図14】



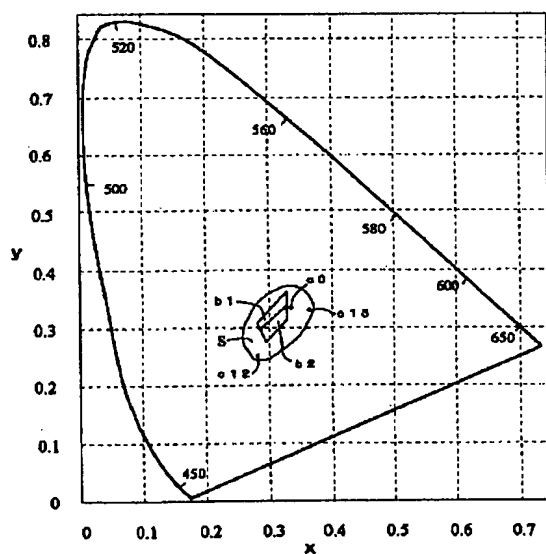
【図16】



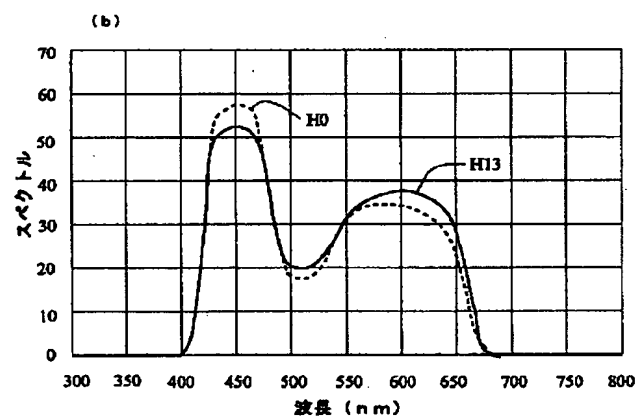
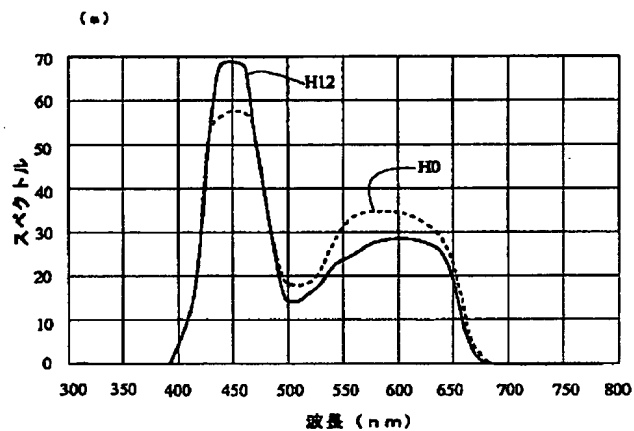
【図17】



【図19】



【図18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

G 0 2 B 5/28

6/00

// G 0 2 F 1/13357

識別記号

3 3 1

F I

G 0 2 B 5/28

6/00

G 0 2 F 1/13357

テーマコード(参考)

3 3 1

F 2 1 Y 101:02

F 2 1 Y 101:02

Fターム(参考) 2H038 AA55 BA06
2H048 GA04 GA15 GA24 GA33 GA61
2H091 FA01Z FA14Z FA23Z FA45Z
FB02 FB07 FB13 FC02 FC14
FC29 FC30 FD07 FD13 FD23
GA16 LA03 LA11 LA12 LA13
LA15 LA18